



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

Título: Diseño y construcción de un compactador de latas y envases de PET.

Title: Design and construction of a compactor cans and PET.

Autores: Cintia Elizabeth López Cascante

Jaime Alfredo Bajaan Haro

Director: Ing. Armando Fabrizzio López Vargas M. Sc.

Guayaquil, Mayo -2016

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, Cintia Elizabeth López Cascante y Jaime Alfredo Bajaan Haro, declaramos que somos los únicos autores de este Proyecto Técnico titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPACTADOR DE LATAS Y ENVASES DE PET.**”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cintia Elizabeth López Cascante

CI: 0926268608

Jaime Alfredo Bajaan Haro

CI: 0928355619

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quienes suscriben, en calidad de autores del Proyecto Técnico titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPACTADOR DE LATAS Y ENVASES DE PET.**”, por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

Cintia Elizabeth López Cascante

CI: 0926268608

Jaime Alfredo Bajaña Haro

CI: 0928355619

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del Proyecto Técnico titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPACTADOR DE LATAS Y ENVASES DE PET.**”, desarrollado por los estudiantes: Cintia Elizabeth López Cascante y Jaime Alfredo Bazaña Haro, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el proyecto cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 9 días del mes de mayo de 2016.

Ing. Armando Fabrizio López Vargas

Docente Director del Proyecto Técnico

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Bolívar y Mirian ya que con su sabiduría, cariño y lucha han labrado el camino del éxito en mi vida, a mis hermanos por el apoyo brindado, a mi novio por ser incondicional en toda esta etapa de carrera universitaria y por la felicidad que juntos compartimos de alcanzar metas como la de ser un nuevo profesional.

CINTIA ELIZABETH LÓPEZ CASCANTE

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de este proyecto es dirigido principalmente a Dios quién supo guiarme y darme la fortaleza necesaria para poder concluir con cada prueba presentada durante esta carrera.

A mis padres:

Que siempre han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar esta gran meta.

A mis hermanos:

Giovanny y Oscar, gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro es también de ustedes.

A mi novio:

Miguel gracias por la paciencia y comprensión hoy hemos alcanzado un triunfo más porque mis logros también le pertenecen, ha sido el pilar fundamental que con su apoyo constante y amor incondicional llegó a ser mi compañero y amigo inseparable, fuente de calma en todo momento.

A mi tutor:

Por el tiempo de dedicación y paciencia en la elaboración de este documento.

A mis compañeros y amigos:

De curso que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, pero sobre todo a mi amigo Jaime quien ha sido como un hermano y supo tener la sabiduría para poderme transmitir sus conocimiento para realizar este proyecto.

Gracias a todos.

CINTIA ELIZABETH LOPEZ CASCANTE

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Jaime Alfredo Bajaan Celleri, por haber sido un hombre ejemplar, llenarme de amor y sabiduría; digno de admiración por haberme enseñado que todo lo que uno se propone lo puede realizar y sin importar la circunstancia siempre se debe de seguir adelante.

Gracias Papá, por apoyarme en todo momento.

JAIME ALFREDO BAJAÑA HARO

AGRADECIMIENTO

Eterna gratitud a Mi Madre, Betza, por darme su Amor y apoyo incondicional en mi vida académica y personal. A mi hermano Luis, por brindarme su ayuda en todo momento. A mi amada novia, Jomayra, por su inquebrantable voz de aliento durante mi periodo de titulación y el apoyo incondicional que me da para todas las demás metas propuestas. Al Ing. Armando, mi tutor en este trabajo. A Cintia, mi mejor amiga quien pude conocer, por los sacrificios y esfuerzos realizados que tuvimos durante toda la carrera. A Gitta, Tania y Aní, mis queridas hermanas, quienes son ejemplo de dedicación y esfuerzo de logros alcanzados.

A Virgilio y Marcelo, dos grandes amigos quienes me supieron dar la mano en los momentos más idóneos de mi vida.

A todos aquellos buenos amigos y familiares, quienes necesitan ser nombrados por sus actos nobles y buenas intenciones quienes me ayudaron de corazón a seguir en esta aventura de autorrealización, personas extraordinarias que supieron intervenir en momentos idóneos.

JAIME ALFREDO BAJAÑA HARO

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló para demostrar que se puede crear un compactador de envases con elementos de máquinas en desuso. Elaborar esta máquina tuvo un costo bajo pues los elementos en desuso son más económicos que nuevos componentes, se utilizaron para la elaboración del circuito hidráulico un cilindro doble efecto de un retro-excavador antiguo la bomba hidráulica de un tractor agrícola pequeño, el mando oleo-hidráulico de un retro-excavador. Para el armazón del contenedor y la estructura se utilizaron tubos de acero de perforación petrolera.

La ingeniería inversa y la revisión y mantenimiento de estos elementos aseguraron el mejor funcionamiento de la máquina, generando inclusive un potencial aumento en su uso para compactar otros materiales. Esto se puede lograr cambiando simplemente dos elementos como son el motor eléctrico y el cilindro compactador. Los resultados de operación del compactador son satisfactorios, pues cumplieron las expectativas de trabajo esperado. La utilización de otros elementos de máquinas en desuso tienen un gran potencial para la elaboración de máquinas con estos componente así también se demostró que para el proceso de reciclaje se pueden usar elementos reutilizables para elaborar máquinas que intervienen en este proceso.

PALABRAS CLAVE:

Desuso, compactador, reciclaje, ingeniería inversa

ABSTRACT

This work was developed to show that you can create a compactor containers with obsolete machine elements. Develop this machine had a low cost because the deprecated elements are cheaper than new components, were used to prepare the hydraulic circuit a double effect of an old backhoe hydraulic pump of a small agricultural tractor cylinder, hydraulic oleo command of a backhoe. For the container frame and structure steel pipe oil drilling were used.

Reverse engineering and inspection and maintenance of these elements ensured the best performance of the machine, including generating a potential increase in its use for compacting other materials. This can be achieved simply by changing two elements such as the electric motor and cylinder compactor. The results are satisfactory operation of the compactor, as they met the expectations of work expected. The other elements and use of obsolete machines have potential for the development of machines with these components and also showed that for the recycling process can be used to develop machines reusable elements involved in this process.

KEYWORDS:

Desuetude, compactor, recycling, reverses engineering.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	1
MARCO LEGAL	2
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.1 Formulación del problema.	5
1.2 Objetivo general	6
1.3 Objetivos específicos.....	6
1.4 Alcance del proyecto	6
1.5 Inventario de partes interesadas	6
1.6 Planificación del alcance	7
1.7 Planificación del presupuesto	10
1.8 Planificación del tiempo.	11
1.9 Cronograma de actividades	13
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	15
2.1 Fundamentos del reciclaje	15
2.2 Reprocesado de plástico	15
2.3 Método del reciclado	15
2.4 Compactadora vertical.....	17
2.5 Fundamentos Hidráulicos.....	17
2.6 Sistema Oleo-hidráulico	19
2.7 Tensión por esfuerzo	20
CAPÍTULO 3: DESARROLLO Y RESULTADOS	21

3.1 Diseño	21
3.2 Función	21
3.3 Cálculos de máquina compactadora	23
CONCLUSIONES.....	32
RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
GLOSARIO	36
ANEXOS.....	39
Anexo No. 1 Planos 2d compactadora	39
Anexo No. 2 Diseño 3d compactadora	40
Anexo No. 3 Posición de soldadura	41
Anexo No. 4 Característica de soldadura	42
Anexo No. 5 Carta de auspicio	43
Anexo No. 6 Visita técnica a recicladoras	44
Anexo No. 7 Fotos de construcción de máquina compactadora.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZACIÓN DE REALIZACIÓN DE PROYECTO.	3
FIGURA 2: DESGLOSE DE LA ESTRUCTURA DE TRABAJO (EDT).....	9
FIGURA 3: RUTA CRÍTICA.	12
FIGURA 4: DIAGRAMA DE GANTT.....	14
FIGURA 5: PROCESO DE RECICLADO QUÍMICO	15
FIGURA 6: RECICLADO DE METAL.	16
FIGURA 7: COMPACTADORA VERTICAL.	17
FIGURA 8: BOMBA DE ENGRANAJES.	19
FIGURA 9: MÁQUINA COMPACTADORA.	21
FIGURA 10: SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.	22
FIGURA 11: COMPACTACIÓN DEL PRODUCTO (BOTELLAS).	23
FIGURA 12: RESERVORIO DE ACEITE.	25
FIGURA 13: ESTRUCTURA DE SOPORTES ESQUINEROS.	28
FIGURA 14: ESTRUCTURA DE SOPORTES LATERALES.	28
FIGURA 15: BASE DE ESTRUCTURA DE COMPACTADORA.	31

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: MATRIZ DE INTERESADOS.....	7
TABLA 2: PRESUPUESTO LO DE RECURSOS	10
TABLA 3: TABLA DE ACTIVIDADES	11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1 Planos 2d compactadora	39
Anexo No. 2 Diseño 3d compactadora	40
Anexo No. 3 Posición de soldadura	41
Anexo No. 4 Característica de soldadura	42
Anexo No. 5 Carta de auspicio	43
Anexo No. 6 Visita técnica a recicladoras	44
Anexo No. 7 Fotos de construcción de máquina compactadora.....	46

ÍNDICE DE ABREVIATURAS ABREVIATURA UTILIZADA.

P	Presión de trabajo	KPa
V	Volumen	
F _{max}	Fuerza máxima de compactación	N
F	Fuerza	N
σ_c	Esfuerzo de columna	
σ_o	Esfuerzo permisible	Pa
σ	Esfuerzo normal	MPa
S _n	Factor de seguridad	
D	Diámetro del cilindro	mm
D	Diámetro del vástago	mm
D _{tu}	Diámetro de tubo	M
A _a	Área de trabajo	m ²
N _c	Número de cordones	
T ₁	Soporte esquinero	
T ₂	Soporte lateral	
V	Velocidad del fluido	m/s
M	masa	Kg
Σ	Esfuerzo normal	
π	Pi	
\$	Dólares	
%	Porcentaje	
°C	Grados centígrados	
S	segundos	
M	metro	
Lb	libra	
m ²	Metro cuadrado	
Mm	milímetro	
In	pulgada	
Pot	potencia	Hp
Re	Coeficiente de Reynold	
S _n	Coeficiente de seguridad	
N _t	Eficiencia de los motores eléctricos	
Q	Caudal de la bomba	Gal/min
Min	Minuto	
Gal	Galones	
INEN	INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	

INTRODUCCIÓN

Se plantea el diseño y construcción de una máquina compactadora de envases de Pet (plásticos) y Latas que es parte del proceso de reciclado.

Siendo parte de la primera fase de la gestión de reciclado que consiste en la compactación de envases plásticos y latas. Optimizando de mejor forma los costos de procesos productivos preservando los recursos naturales.

En la actualidad los compactadores son máquinas que tienen una gran importancia ayudando a la recolección y compactación de una materia prima para elaborar nuevos productos.

Países como Estados Unidos, Alemania y otras potencias mundiales poseen estas máquinas para reciclar productos específicos como plásticos y otra para metales como el aluminio.

Esto ayuda a minimizar los costos altos de importación de los países que quisieran importar dichos materiales. Razón por la que se ha visto la necesidad de diseñar y construir un compactador que unifique el proceso de reciclado para el plástico (PET) y latas (envases de alimentos).

Usando elementos reciclados, es decir, piezas de máquinas en desuso que sirven para manufacturar el compactador ayudando a reducir el costo de la máquina.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar y construir una máquina compactadora de latas y envases de PET, a partir de los conocimientos adquiridos en la carrera y empleando materiales de otras máquinas industriales en desuso?

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En Ecuador aún se maneja de forma incipiente el reciclaje. No es óptimo el proceso de reciclaje en el país pero su tecnología puede ser mejorada junto con su metodología la necesidad de diseñar u construir un compactador de envases plásticos y metálicos permite tener una mejor manipulación y almacenamiento de envases plásticos y latas metálicas de aluminio, latón, etc. Ya que el compactado permite reducir el volumen inicial pasándolo a un volumen más manejable se pueden alcanzar beneficios como preservación de los recursos naturales, reducción del volumen de residuos, reducción de costos de producción y nuevos bienes.

Cientes como empresas que requieren en sus procesos botellas de PET o de latas tienen la potencialidad de ser interesados en este tipo de máquina ya que su función les permite el volumen de envases rechazados y poder manejarlos de mejor forma.

En el país el uso de la creatividad es muy común y concebir la idea de que se pueden realizar nuevas máquinas con elementos de máquinas en desuso hace tener dos escenarios el primero demuestra la creatividad de los profesionales en el país, ya que son capaces de crear productos que son funcionales y tiene una gran utilidad con elementos de máquinas obsoletas y el segundo escenarios hace creer que el tener

máquinas con piezas de otras máquinas permite que se crea que la máquina va a tener una mala vida útil, por los componentes usados en dicha construcción.

MARCO LEGAL

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Que el artículo 395 de la Constitución Política de la República consagra como uno de los deberes fundamentales del Estado el proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el mismo que garantice la preservación de la naturaleza.

Que el artículo 396 de la Constitución Política de la República confiere la facultad de crear leyes para tipificar las infracciones y determinar los procedimientos para establecer responsabilidades administrativas, civiles y penales que correspondan a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente;

Que el artículo 15 de la Carta Suprema del Estado, prescribe como uno de los objetivos permanentes el promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes.

Que el artículo 397 de la Constitución Política de la República, atribuye al Estado la responsabilidad por los daños ambientales, en el cual se advierte el hecho de que se deberán tomar las medidas preventivas en caso de dudas sobre el impacto o las consecuencias ambientales negativas de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica de daño;

Que el Estado no puede permanecer indiferente a la falta de una Ley que regularice el movimiento nacional e internacional de materia primas como la chatarra, cuyo mercado, debido a las prácticas irregulares en la comercialización, son presa fácil del contrabando, que debilita la provisión interna de esta materia prima y eleva los costos de materiales de la industria metalúrgica como el hierro, tan necesarios para sectores importantes como la construcción y la industria ecuatoriana.

Texto Unificado de Legislación Ambiental, Libro VI.

Esta norma técnica es dictada bajo el amparo de la ley de gestión ambiental y del reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo territorio nacional.

Establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266 Transporte, Almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

Esta norma está desarrollada siguiendo los lineamientos del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, las

recomendaciones relativas al transporte de materiales peligrosos, reglamentos modelo de las naciones unidas y normativa nacional vigente.

Esta norma establece los requisitos que se deben cumplir durante las fases de transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.

DELIMITACIÓN

El proyecto se limita al diseño y construcción de un envase de Pet y Latas para ser parte de la gestión ambiental. Compactando los envases de pet y lata para poder manipularlos de forma adecuada en el reciclaje.

Las instalaciones están ubicadas en la provincia de Santa Elena Cantón La Libertad Zona Industrial avenida 8va y calle 48.

Límite temporal: considerado en 6 meses, a partir de que el consejo de la carrera Ingeniería Industrial apruebe el anteproyecto

Límite espacial: Este proyecto se realizará en la Provincia de Santa Elena, Cantón la Libertad, zona industrial avenida 8va y calle 48.

En las instalaciones de talleres Unidos Industrial metalmecánica. (Ver figura 1, se muestra localización, Cantón La Libertad).

Figura 1: Localización de realización de proyecto.



Fuente: Google Maps.

Límite académico: Las asignaturas que servirán de base para este proyecto son:

- Administración de Proyectos
- Control y Presupuestación
- Transferencia de Calor y Fluidos
- Resistencia de Materiales
- Elementos de Máquinas
- Electricidad
- Producción I

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las máquinas en la industria facilitan el trabajo y maximizan el sistema productivo de estas, sea cual fuese, en lo cual existen incontables actividades. Desde la revolución industrial, donde se empleaba carbón, para mover la industria, hasta la actualidad, en donde se buscan nuevas fuentes de energía, la contaminación del medio ambiente es latente que con tecnología reciente, se trata de mitigar esto al encontrar nuevas formas de utilizar tipos de materiales específicos para poder reutilizar y no contaminar.

Los productos de consumos masivos son productos que luego de ser consumidos, sus restos son desechados, generalmente al medio ambiente, sin pensar en las consecuencias que estos podrían generar. Los envases de lata y los envases de PET, son usados en la industria alimenticia, para almacenar productos comestibles. Los envases de estos como efecto se los desechan y posteriormente se recolecta para ser reciclados.

La recolección de estos envases se realiza en las ciudades para tratar de mitigar los desperdicios existentes en las calles. Para poder llevar todo estos a centros de acopio, que luego harán el pase de todo el material recolectado a plantas que dan un uso adecuado a este tipo de desechos. Sin embargo, estos envases al tener diferentes formas y tamaños, provocan un uso de espacio considerablemente relevante, por lo que es necesario compactarlos, para así reducir su espacio y poder manejarlos de mejor manera. Por ello, se emplean compactadores hidráulicos para realizar este trabajo sin embargo, los costos de estos son elevados, pues podemos considerar que un compactador hidráulico de 300 toneladas de fabricación nacional usado con su sistema hidráulico sin funcionar, tiene un costo de \$7500, lo que permite pensar que uno nuevo podría llegar a costar el doble.

Todas las razones anteriormente expuestas justifican la realización de este proyecto técnico, que consiste en diseñar y construir una máquina compactadora utilizando piezas y materiales reciclados de otras maquinarias industriales en desuso. Esto permitiría sustituir importaciones a la vez que permitiría la agregación de valor a la materia que se recicla. También permitiría que nosotros como estudiantes podamos poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera de Ingeniería Industrial.

1.1 Formulación del problema.

¿Cómo diseñar y construir una máquina compactadora de latas y envases de PET, a partir de los conocimientos adquiridos en la carrera y empleando materiales de otras máquinas industriales en desuso?

1.2 Objetivo general

Diseñar y construir una máquina compactadora latas y envases de Tereftalato de polietileno (PET) mediante ingeniería inversa.

1.3 Objetivos específicos

Investigar mediante ingeniería inversa, las partes que forman las máquinas compactadoras de uso común en la industria, sus características y funciones.

1. Investigar mediante ingeniería inversa, las partes que forman las máquinas compactadoras de uso común en la industria, sus características y funciones.
2. Estimar la capacidad de producción de la máquina.
3. Definir las características de diseño de los componentes o partes de la máquina a construir.
4. Seleccionar los materiales de acuerdo al diseño concebido.
5. Diseñar la estructura de la máquina y sus componentes o partes.
6. Estimar el costo final de la propuesta.
7. Construir la máquina compactadora.
8. Realizar las pruebas experimentales y las correcciones necesarias.

1.4 Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto es el estudio, diseño, investigación y construcción de un compactador de botellas plásticas de PET y de latas de metal la cual permite optimizar recursos.

1.5 Inventario de partes interesadas

Los interesados o *stakeholders* del proyecto, son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de su conclusión. También pueden influir sobre los objetivos y resultados del proyecto, por lo que resulta de vital importancia su identificación y el registro de sus necesidades o intereses particulares, su actitud potencial frente al proyecto y la acción a desarrollar por el proyectista para mantener o mejorar la actitud de los involucrados frente al proyecto. Para este inventario se propone emplear la siguiente matriz de interesados.

A continuación (Ver en tabla 1, muestra la matriz de interesados).

Tabla 1: Matriz de interesados.

Inventario de actores	Interés particular	Fase donde interviene				Actitud potencial frente al proyecto					Acción a desarrollar
		I	P	E	C	MD	D	I	F	MF	
Sra. Betza Haro Saltos.		X								X	Financiamiento
Jaime Bajaña		X	X	x	x					X	Acceso a los consultorios
Cintia López		X	X	x	x					X	Plasmar en fotografía situación actual
Ing. Armando López				x	x					X	Culminación de las inspecciones

Fuente: Autores

Leyenda: I-Iniciación, P-Planificación, E-Ejecución, seguimiento y control, C-Cierre

MD- Muy desfavorable, D- Desfavorable, I- Indiferente, F- Favorable, MF-Muy favorable.

Las fases pueden variar en nombre u cantidad en dependencia del autor o las características del estudio.

1.6 Planificación del alcance

En esta parte del proyecto estamos determinando como se definirá, validará y controlará el alcance del proyecto donde se detalla de cómo se subdivide las partes que se han realizado.

La estructura de desglose de trabajo (EDT) es una herramienta que nos permite organizar y definir el alcance total del proyecto pudiendo cumplir cada una de las fases en un orden estructurado de lo que se ha realizado. Se debe tomar en consideración ciertos lineamientos para su elaboración.

1. Definir el alcance del proyecto en términos de los entregables y la descomposición de tales entregables en paquetes de trabajo.
2. Dependiendo del método de descomposición del trabajo utilizado, la EDT puede también definir el ciclo de procesos y los entregables de cada fase. Esta descomposición del alcance del proyecto permite balancear la necesidad de la gestión del proyecto de controlar el proyecto con un nivel adecuado de detalle.

3. Dotar al equipo de dirección del proyecto con un marco de referencia adecuado para la toma de decisiones sobre el avance del proyecto.
4. Facilitar la comunicación entre el director de proyecto y los interesados a lo largo de la vida del proyecto. La EDT permite comunicar el alcance del proyecto, las relaciones de dependencias entre las diferentes fases y trabajos y el nivel de riesgos, a la vez que facilita el control del presupuesto y el avance del cronograma.
5. La EDT es un elemento clave en los demás procesos del proyecto. (Ver figura 2, muestra desglose de la estructura EDT).

Figura 2: Desglose de la estructura de Trabajo (EDT)



Fuente: Autores

1.7 Planificación del presupuesto

En esta fase se presentan las características generales y los recursos que se utilizarán en la ejecución del proyecto contemplando los valores de cada uno de los elementos involucrados para el plan de manejo en unidades diarias, mensuales y anuales teniendo así un valor estimado de lo que se gastará en el año.

El objetivo de esta fase es dar a conocer a los directivos los valores aproximados de lo que se va a implementar en el plan de manejo para el centro médico. A continuación se detalla el presupuesto de los recursos que se utilizarán. (Ver tabla 2, presupuesto de proyecto).

Tabla 2: Presupuesto lo de recursos

Cuentas	Cantidad	Precio Unitario	Total
Costos			
Mando Oleo-hidráulico	1	\$160	\$160
Bomba Hidráulica	1	\$300	\$300
Mangueras Hidráulicas	5	\$100	\$500
Depósito de Aceite	1	\$50	\$50
Motor Eléctrico	1	\$500	\$500
Planchas metálicas		\$1000	\$1000
Cilindro Hidráulico	1	\$300	\$300
Cadenas	5metros	\$45	\$45
Neplos		\$25	\$25
Llaves de paso		\$10	\$10
Codos		\$10	\$10
Breque		\$15	\$15
Alambre		\$5	\$5
Inversión Inicial			(\$2.920,00)
Gastos			
Aceite Hidráulico	150ltrs	\$50	\$50
Filtros	2	\$15	\$30
Soldadura 5 kg	2	\$43	\$86
Pintura		\$20	\$20
Brochas		\$4	\$4
Toma corriente		\$5	\$5
Total			\$195
TOTAL			(\$3115,00)

Fuente: Autores

1.8 Planificación del tiempo.

Ruta crítica

En esta fase del proyecto se tomará en cuenta el tiempo estimado desde su propuesta hasta su culminación, por medio de una red de tareas se calculará el tiempo que se llevará a cabo recopilar información necesaria para poder presentar nuestra propuesta a los directivos del centro médico.

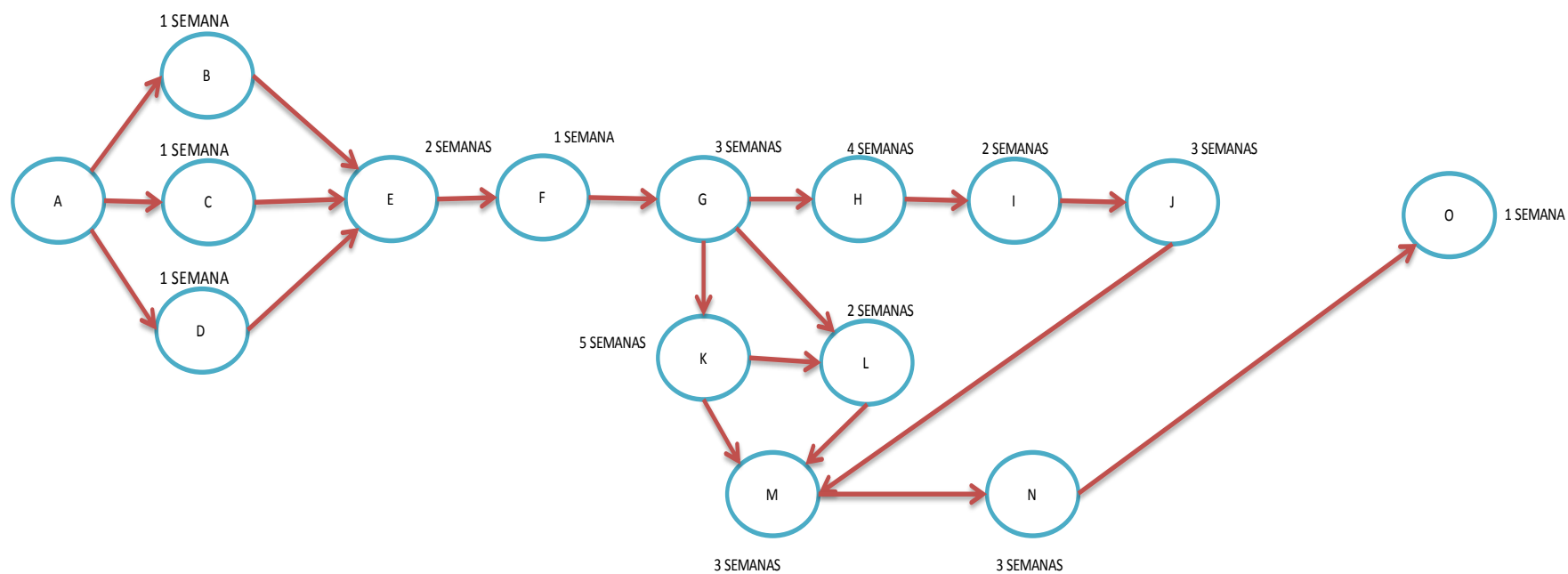
Es importante especificar el contenido del proyecto con sus tiempos planificados para poder saber en qué porcentaje va avanzando mi propuesta y cumplir a cabalidad las actividades que están estructuradas, el objetivo de la ruta crítica es conocer el tiempo que se llevará en ejecutar la propuesta de este proyecto.

A continuación ruta crítica (Ver los resultados en la tabla 3, Tabla de actividades, y figura 3, Ruta Crítica).

Tabla 3: Tabla de Actividades

ACTIVIDA D	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (SEMANAS)	DEPENDENCIA S
A	Presentación de anteproyecto técnico	1	
B	Revisión bibliográfica	1	A
C	Levantamiento de información técnica	1	A
D	Corrección y mejoramiento del tema	1	A
E	Entrega del anteproyecto	2	B,C,D
F	Inicio de proyecto	1	E
G	Levantamiento de información técnica	3	F
H	Desarrollo y elaboración del Proyecto	4	G
I	Corrección del proyecto	2	H
J	Trabajo de campo	3	I
K	Visita técnica	5	G
L	Culminación de levantamiento de información	2	G,K
M	Entrega de trabajo de campo	3	J,K,L
N	Corrección y mejora del proyecto	3	M
O	Entrega de proyecto	1	N

Fuente: Autores

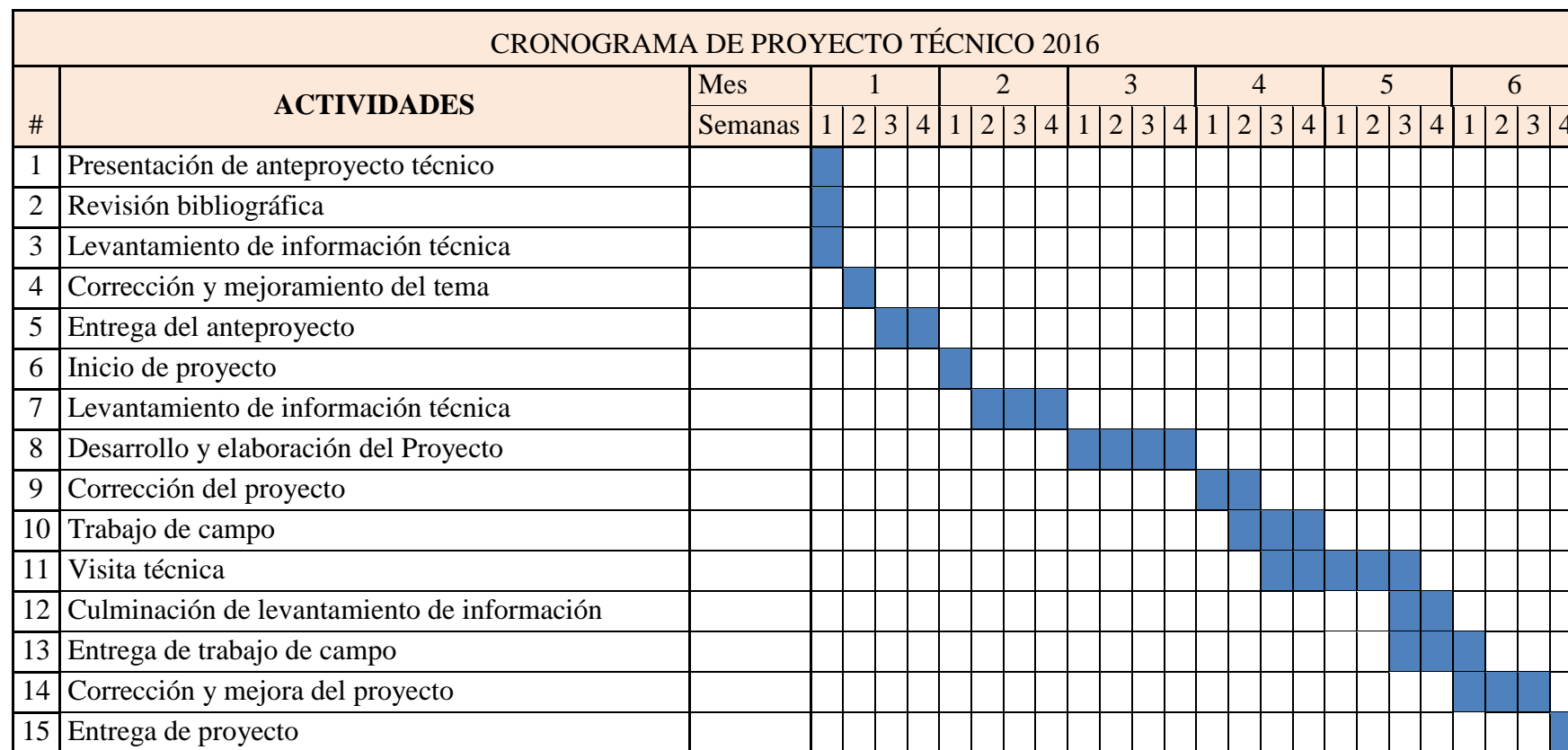
Figura 3: Ruta crítica.**Fuente: Autores**

1.9 Cronograma de actividades

A continuación en un cronograma de actividades se da a conocer el proceso del plan de manejo que se llevará a cabo, así como el control de las metas y objetivos por cumplir en este proyecto.

En la figura 4 se presenta las actividades relacionadas al plan de manejo, con respecto a la situación actual y propuesta para realizar un cambio de mejora a los procesos de generación de desechos comunes e infecciosos en el centro de salud que nos ayudara a mitigar las posibles enfermedades laborales y contaminación ambiental. (Diagrama de Gantt), en la figura 4 se detalla el Diagrama de Gantt del proyecto.

Figura 4: Diagrama de Gantt.



Fuente: Autores

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 Fundamentos del reciclaje

El reciclaje es un proceso que consiste en someter productos al tratamiento total o parcial para obtener una materia prima que sirvan en la gestión de reciclaje. El reciclado tiene el proceso de:

- Recolección
- Clasificación
- Almacenamiento
- Tratamiento
- Reciclado final

2.2 Reprocesado de plástico

Los plásticos en su mayoría se obtienen como derivado del petróleo, un producto que se vuelve escaso a través del tiempo, razón por la cual hay que preservarlo. Otra razón que se presenta en la contaminación que provoca desechar plásticos esto representa un valor económico ya que se puede usar como materia prima para otros productos.

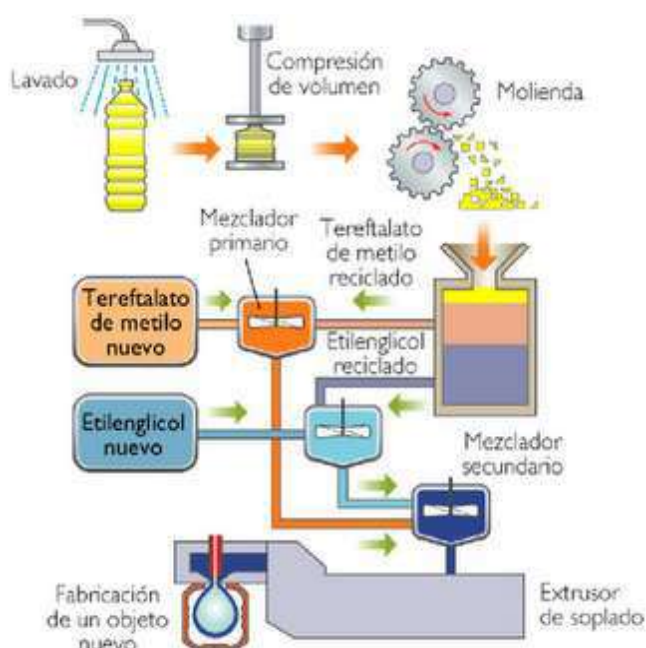
2.3 Método del reciclado

Reciclado químico

El reciclado químico refiere a diferentes procesos mediante las cuales los polímeros son rotos para dar origen a una nueva materia prima que sirve en la elaboración de otros productos plásticos.

Varios métodos de reciclado químico son de mayor ventaja pues no es necesario separar los tipos de plásticos sino se toma un plástico mixto así se reducen los costos de recolección y clasificación. (Ver figura 5, Procesos de reciclado químico).

Figura 5: Proceso de reciclado químico



Fuente: Google académico

Reciclado de metal

Este proceso permite reutilizar el metal de hoja lata desecho y como materia prima para nuevos productos metálicos de hoja lata. (Ver figura 6, muestra el paso a paso del reciclaje de latas de aluminio).

Figura 6: Reciclado de metal.



Fuente: Google académico.

2.4 Compactadora vertical

Un compactador es una máquina que permite reducir el tamaño de los desechos a través de la aplicación de fuerza sobre ellos. Usualmente estos compactadores trabajan con sistemas hidráulicos. La principal ventaja que se tiene de esto es que reducen el tamaño y existe una reducción de costo en el almacenamiento y transporte. (Ver figura 7, Compactador Vertical).

Figura 7: Compactadora vertical.



Fuente: Autores.

2.5 Fundamentos Hidráulicos

El término "Hidráulica" proviene del griego "hydro" que significa "agua", y "aulas" que significa cañería o entubamiento, originalmente enfocó el estudio del comportamiento físico del agua en reposo y en movimiento. La "hidráulica", por lo tanto, está directamente relacionada con líquidos y es una rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento, de aquí se deriva la hidrostática y la hidrodinámica.

Principios de la Hidráulica

Principio de Pascal. - Blaise Pascal, descubrió la ley fundamental de la ciencia de la hidráulica siendo este su enunciado: "el aumento en la presión sobre la superficie de un líquido confinado es transmitido sin disminución a través del recipiente o del sistema que lo contiene". En la Ecuación (1), se la conoce como el Principio de Pascal. Y cuando la presión es uniforme en todos los puntos, la formula (1) se transforma en una expresión más familiar, Ecuación (2).

$$P = \frac{dF}{dA} \quad (1) \quad P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Unidades de la Presión. – Pascal es el nombre que lleva la unidad de presión en honor a la dedicación de Blaise Pascal, debido a que la presión es el resultado de la fuerza sobre el área:

$$P = \frac{F}{A}$$

De donde la F es la fuerza o carga que está basada en la segunda ley de Newton:

$$F = m \cdot a$$

Dónde:

m= masa de un cuerpo en kg (kilogramos).

A= aceleración de la gravedad, 9.8 m/s^2

Numero de Reynold

El número de Reynold es el número a dimensional que relaciona las propiedades físicas del fluido, velocidad y geometría del ducto de circulación, está dado por:

$$Re = \frac{v * d}{n} \quad (3)$$

De donde:

Re= coeficiente de Reynolds

V= m/s

d= diámetro del tubo (m)

n= la viscosidad cinemática (m^2/s)

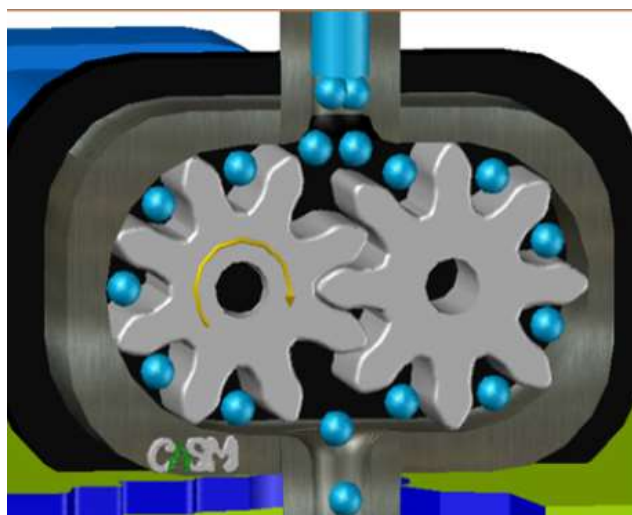
2.6 Sistema Oleo-hidráulico

Un sistema oleo-hidráulico se puede ejecutar de forma manual como el caso típico del gato hidráulico que portamos en los automóviles o a su vez ser accionado por una bomba capaz de generar gran presión y un considerable caudal, en esta última variable dependerá la velocidad con la que el vástago del cilindro sale de éste.

Bomba hidráulica.- Se encarga de absorber el fluido hidráulico y enviarlo hasta el o los cilindros con una presión y caudal determinado. Existen varios tipos de bombas: bomba de pistón, bombas de paleta, bombas de engranaje, etc.

La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje. (Ver figura 8, muestra una bomba de engranajes).

Figura 8: Bomba de engranajes.



Fuente: Referencias bibliográficas.

Motor eléctrico.- Convierte la energía eléctrica en energía mecánica, esta energía es, la que se transmite a la bomba hidráulica por medio de un acople para hacerla girar. Se la selecciona según los requerimientos del diseño por su potencia (HP).

Cilindro.- Se encarga del trabajo final que se pretenda realizar. Capaz de desplazar grandes cargas y en maquinarias como volquetas, retroexcavadoras, grúas, es el elemento claramente visible. Existen varios tipos como: cilindro sumergible, cilindro telescópico, cilindro de simple efecto, cilindro de doble efecto, etc.

Depósito de aceite.- Contiene el fluido que necesita el sistema, permite el enfriamiento del aceite, y necesariamente debe tener un filtro antes que el fluido vuelva a regresar a las válvulas y los cilindros.

Fluido hidráulico.- Transmite la energía generada por la presión, a la vez que protege las partes de todo el sistema de la corrosión. Por lo general se usa aceite ya que tiene un margen de operatividad desde los -27 °C hasta los 125°C sin problemas.

2.7 Tensión por esfuerzo

Hay dos tipos de tensiones normales: positivas, por tracción y negativas por compresión. La magnitud del esfuerzo que genera una carga distribuida de manera uniforme a lo largo de las secciones de la pieza, se puede calcular por:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Dónde:

σ = Esfuerzo

F = Fuerza

A= Área

Coeficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad o factor de seguridad, es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor real al que será sometido. Es un número mayor a uno, que indica la capacidad en exceso que puede llegar a tener el sistema por sobre el requerimiento.

El factor se calcula de la siguiente manera:

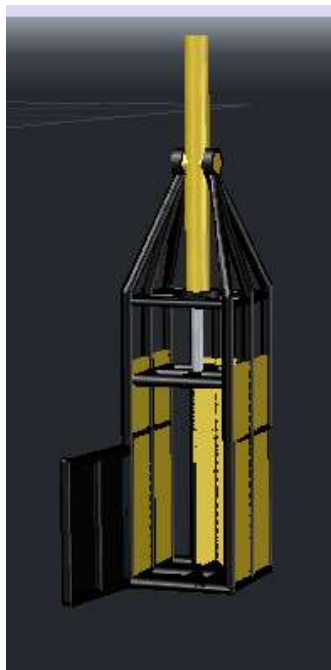
$$Sn = \frac{Resistencia}{Carga} \quad (5)$$

CAPÍTULO 3: DESARROLLO Y RESULTADOS

3.1 Diseño

Máquina compactadora vertical: este diseño se llevó a cabo porque se caracteriza en ser un prototipo que utiliza elementos de máquinas y materiales fuera de uso. (Ver figura 9, diseño 3D de Máquina Compactadora).

Figura 9: Máquina compactadora.



Fuente: Autores

3.2 Función

Este prototipo de máquina compactadora vertical de botellas plásticas PET y latas de aluminio, elaborado con elementos de máquinas y materiales en desuso, encaja con una mayor eficiencia y calidad en las funciones que se desarrolle, esto debe a lo práctico, innovador y utilitario que es reutilizar partes de otras máquinas ya utilizadas.

Operación de la máquina compactadora

La máquina recicladora de botellas plásticas PET y latas de aluminio podrá ser manipulada por cualquier persona, ya que este prototipo almacenará el producto compactado en toda su dimensión. La persona que requiera utilizar la máquina tendrá que activar el motor eléctrico y luego accionar el mando que consta de una palanca que se encarga de hacerla funcionar, donde luego será separada de su centro de compactación y será transportada a su respectivo depósito.

Reconocimiento del producto antes de la compactación

Para la selección de la materia prima, que en este caso son las botellas y latas de aluminio, se procederá a realizar una preselección de la misma, lo cual permite eliminar líquidos y elementos que se encuentren dentro del envase. Realizado una vez esto, la persona encargada de manejar esta máquina, tendrá que ubicar el producto en el cubículo de la compactadora y revisar que esté totalmente cerrada la puerta para obtener un mejor desempeño y resultado de las pacas a compactar. (Ver figura 10, Selección de materia prima).

Figura 10: Selección de la materia prima.



Fuente: Autores

Compactación del producto

Una vez cerrada la puerta del contenedor se procede a introducir las botellas hasta que esta alcance el límite superior de la puerta. Al llegar a ese límite se enciende el sistema hidráulico y se acciona el cilindro para que este compacte esa primera carga permitiendo así exista más espacio para otra colocación de botellas y así se repite el proceso hasta que el lote compactado tenga la altura de la puerta. (Ver figura 11, muestra la compactación de botellas).

Figura 11: Compactación del producto (botellas).



Fuente: Autores.

3.3 Cálculos de máquina compactadora

Cálculo aproximado de probetas (plásticas o metálicas) para lote.

Plástico

$$m = 0.06\text{kg} \quad F_{\text{máx.}} = 14\text{kgf}$$

Fuerza máxima para lote de 10kg

$$10\text{kg} \left[\frac{1 \text{ probeta}}{0.06 \text{ kg}} \right] = 167 \text{ probetas}$$

$$167 \text{ probetas} \left[\frac{14\text{kgf}}{1 \text{ probeta}} \right] = 2338 \text{ kgf}$$

$$2338 \text{ kgf} \left[\frac{9.81\text{N}}{1\text{kgf}} \right] \left[\frac{0.22481\text{lbf}}{1\text{N}} \right] = 5156.19\text{lbf}$$

Fuerza máxima para lote de 23kg

$$23\text{kg} \left[\frac{1 \text{ probeta}}{0.06 \text{ kg}} \right] = 383 \text{ probetas}$$

$$383 \text{ probetas} \left[\frac{14\text{kgf}}{1 \text{ probeta}} \right] = 5362 \text{ kgf}$$

$$5362 \text{ kgf} \left[\frac{9.81\text{N}}{1\text{kgf}} \right] \left[\frac{0.22481\text{lbf}}{1\text{N}} \right] = 11825.28\text{lbf}$$

Metales

$$m = 0.11 \text{ kg} \quad F_{\text{máx}} = 48.3 \text{ kgf}$$

Fuerza máxima Para lote de 10kg

$$10 \text{ kg} \left[\frac{1 \text{ probeta}}{0.11 \text{ kg}} \right] = 90.90 \text{ probetas}$$

$$90.90 \text{ probetas} \left[\frac{48.3 \text{ kgf}}{1 \text{ probeta}} \right] = 4390.47 \text{ kgf}$$

$$4390.47 \text{ kgf} \left[\frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ kgf}} \right] \left[\frac{0.22481 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \right] = 9672.81 \text{ lbf}$$

Fuerza máxima Para lote de 23kg

$$23 \text{ kg} \left[\frac{1 \text{ probeta}}{0.11 \text{ kg}} \right] = 209.09 \text{ probetas}$$

$$209.09 \text{ probetas} \left[\frac{48.3 \text{ kgf}}{1 \text{ probeta}} \right] = 10094.7 \text{ kgf}$$

$$10094.7 \text{ kgf} \left[\frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ kgf}} \right] \left[\frac{0.22481 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \right] = 22262.71 \text{ lbf o } 99029.46 \text{ N}$$

Cilindro de compactación

$$P = \frac{F}{A}$$

Se despeja A:

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{22262.71 \text{ lbf}}{1771.61 \text{ psi}}$$

$$A = 12.56 \text{ in}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4(12.56)}{\pi}}$$

$$d = 3.99 \text{ in}$$

Actuando en el cilindro una presión de 177161psi con una fuerza de 22262.71lbf, el diámetro del cilindro debe de ser de 3.99in, debido a que en el mercado no hay de esa

mención, se procede a seguir con uno de 4in, que es con el que se cuenta para esta operación.

Sistema Oleo-hidráulico

Diseño del reservorio de aceite

El tanque reservorio, además de almacenar fluido, presenta varias funciones. Trabaja como intercambiador de calor, al transferir y disipar calor en sus paredes.

Para diseñar el reservorio, se utiliza una regla Industrial que indica que la capacidad del tanque en galones por minutos se multiplica por un factor de tres. (Ver figura 12, muestra el diseño del reservorio o tanque de aceite que pertenece a la compactadora.)

$$\text{Tanque (Galones)} = \text{GPM (Bomba)} * 3$$

$$\text{Tanque (Galones)} = 6.34 * 3$$

$$\text{Tanque (Galones)} = 19.02 \text{ Galones}$$

Figura 12: Reservorio de aceite.



Fuente: Autores.

Motor

El motor eléctrico, transforma la energía eléctrica en mecánica, la selección de este motor se basa en:

$$Pot = \frac{P * Q}{K * Nt}$$

Dónde:

Nt= es la eficiencia de los motores eléctricos que va entre 0.8 y 0.9

Q= caudal de la bomba (galones/minuto)

K= puede ser 1714 si es HP

P= Presión de trabajo

$$Pot = \frac{(1771.61 * 6.34)}{1714 * 0.9}$$

$$Pot = 6.89 \text{ HP o } 7 \text{ HP}$$

La potencia del motor es de 7 HP.

Diámetro de tubería

$$A = \frac{0.32 * Q}{15}$$

Dónde:

$$A = \text{in}^2$$

Q= galones/minuto

$$A = \frac{0.32 * (6.34)}{15}$$

$$A = 0.1352 \text{ in}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A}{0.785}}$$

Dónde:

$$d = \text{in}$$

$$A = \text{in}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{0.1352}{0.785}}$$

$$d = 0.415 \text{ in} \cong 0.5 \text{ in}$$

Régimen de circulación de los fluidos

$$Re = \frac{v \cdot d}{n}$$

De donde:

Re= coeficiente de Reynolds

V= m/s

d= diámetro del tubo (m)

n= la viscosidad cinemática (m/s²)

Velocidad del fluido

$$Q = A \cdot v$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{1386}{0.1963}$$

$$v = 7060.6214 \text{ in/min} \quad \frac{6 \text{ gal} \cdot 231 \text{ min}}{\text{min} \cdot 1 \text{ gal}} = 1386 \text{ in}^3/\text{min}$$

$$v = 7060.644 \frac{\text{in} \cdot \text{min}}{\text{min} \cdot 60 \text{ seg}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{39.37 \text{ in}^{-1}} = 2.48 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{n}$$

$$Re = \frac{2.98 \cdot (0.125)}{0.04}$$

Re= 9.3125 → laminar

Nota:

Flujo laminar si Re < 2300

Flujo turbulento si Re > 2300

Estructura

Cálculo de longitud y ángulo de soporte para el actuador hidráulico.

T1= Soporte esquineros (4soportes) (Ver figura 13, soporte esquinero)

Figura 13: Estructura de soportes esquineros.

$$T1 = \sqrt{(0.6)^2 + (0.3)^2}$$

$$T1 = 0.67\text{m}$$

$$\sin \alpha = \frac{0.6}{0.67}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{0.6}{0.67}\right)$$

$$\alpha = 63^\circ$$



Fuente: Autores.

T2= Soporte laterales (2 soportes) (Ver figura 14, soporte lateral)

Figura 14: Estructura de soportes laterales.

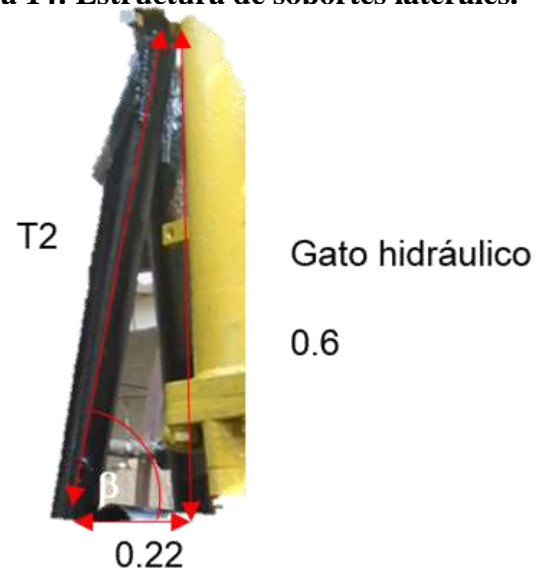
$$T2 = \sqrt{(0.6)^2 + (0.22)^2}$$

$$T2 = 0.64\text{m}$$

$$\sin \beta = \frac{0.6}{0.64}$$

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{0.6}{0.64}\right)$$

$$\beta = 70^\circ$$



Fuente: Autores.

Esquema de material para estructura

Se analiza las columnas principales que conectan el soporte del gato hidráulico y la base de la estructura, pues estos soportaran la fuerza generada por el cilindro compactador.

Estos cordones de soldadura van a estar sujetos a esfuerzo normal.

La presión máxima de trabajo a considerar es de 2000psi o 13789KPa, entonces tenemos:

$$P = \frac{F}{A}$$

Dónde:

$$A = 0.5 * 0.5$$

$$A = 0.25m^2$$

Entonces:

$$F = P * A$$

$$F = 13789000 * 0.25$$

$$F_{max} = 3447.250N$$

Las columnas de la caja de compactación son de Tubo de Perforación API 5D Grado E75, el cual posee una fluencia de 75Kpsi o 517MPa y una Resistencia de 100Kpsi o 689MPa. Cada tubo tiene un diámetro de exterior de 0.0615m y un diámetro interior de 0.051m.

Si la fuerza máxima generada, es de 3447.250N, esta se divide para 6, ya que se reparte para las seis columnas que sujetan la base del compactador.

$$F = \frac{3447.250}{6}$$

$$F = 574.5416N$$

Cada columna soportara una fuerza de 574.5416N.

Tenemos entonces que:

$$\sigma_c = \frac{F}{\pi * \left(\frac{D - d}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_c = \frac{574.5416}{\pi * \left(\frac{0.0615 - 0.051}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_c = 6635 \text{ KPa}$$

El esfuerzo que cada columna mantiene es de 6635KPa. Entonces, considerando las características mecánicas del tubo de perforación con el que se cuenta, tenemos:

$$S_n = \frac{517000000}{6635000}$$

$$S_n = 77.92$$

Se puede apreciar que el tubo de perforación, que sirve de columna, tiene un sobredimensionamiento, siendo seguro para la función que desempeñará. Debido a que en el mercado no hay otro modelo de tubo de perforación menor a este, si no mayor, se opta por hacer uso de este.

Esquema de soldadura

La fuerza máxima que se aplica en las columnas es de 3447.250N, con un esfuerzo normal de 6635KPa. (Ver figura 15, soldadura aplicada a base de estructura de máquina compactadora).

Debido a que el material de aporte es del electrodo E-11018-M, la fuerza unitaria y el esfuerzo permisible para el espesor de penetración de este es:

$$\sigma_o = 132466281.31 Pa \text{ Esfuerzo permisible}$$

Entonces:

$$Sn = \frac{\sigma_o}{\sigma_c}$$

$$Sn = \frac{132466281.31}{6635000}$$

$$Sn = 19.96 \text{ Factor de seguridad}$$

Figura 15: Base de estructura de compactadora.



Fuente: Autores

Podemos notar que el cordón de soldadura tiene sobredimensionamiento, esto quiere decir, que este electrodo es adecuado para unir las piezas ya que es apto para soportar la fuerza que el trabajo de compactación produzca.

CONCLUSIONES

Al término del estudio se concluye que sí es posible construir una compactadora de envases, con elementos de máquinas y materiales fuera de uso. Los elementos están en buen estado, y con el análisis adecuado se determinó su funcionalidad en el sistema que actúan.

En base a los cálculos del diseño, el compactador produce lotes de 23Kg, que ocupa un área de 0.25m^2 y un volumen de 0.22m^3 . Capacidad promedio del prototipo.

Como resultado del estudio del sistema hidráulico del compactador, la velocidad del fluido de bomba de engranaje junto con el diámetro de la manguera de $\frac{1}{2}$ pulgada la bomba debe de tener un caudal de 6GPM, este resultado ayuda a calcular la capacidad del reservorio, el cual es de 19 galones.

Con la presión de trabajo de 177161psi, se determinó que el actuador hidráulico de doble efecto debe de ser de cuatro pulgadas de diámetro. La capacidad de la bomba de aceite y la presión de trabajo del sistema permiten determinar los 7 HP que el motor eléctrico debe de tener.

Al tener un actuador hidráulico de doble efecto, este debe poseer una válvula direccional 4/3 en posición central de circulación, y mangueras de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.

Considerando una fuerza máxima de 3447.250N, el material para la estructura del compactador es de tubo de perforación API 5D Grado E75, tiene una Fluencia de 75Kpsi y una resistencia de 100Kpsi, el cual presenta buena resistencia para el esfuerzo al que es sometido.

El material de aporte del electrodo revestido E 11018, permite tener mayor seguridad en la unión de las piezas y aumenta el potencial para poder elevar la capacidad de carga del compactador, a futuro, ya que este tiene una resistencia a la tracción de 780Mpa.

El valor de la inversión, con los elementos del sistema hidráulico y los materiales para la estructura metálica, resulto ser de \$3115,00 dólares americanos

Al realizar las pruebas de compactación en la maquina construida, según el diseño realizado, se pudo constatar que cumple con los objetivos planteado de manera satisfactoria.

RECOMENDACIONES

Se recomienda cambiar el actuador hidráulico y el motor eléctrico, para poder incrementar la capacidad de trabajo que el compactador actualmente posee. Esto se debe a que la estructura fue diseñada para resistir 20 veces más de lo que resiste ahora.

Impartir la capacitación adecuada para que el operador del compactador pueda trabajar con la máquina de manera correcta.

Se recomienda el uso de equipos de protección personal para realizar un trabajo seguro en la compactadora son: gafas, guantes, casco, orejeras. Sugerencia para que el operador tenga mayor protección a su integridad.

Se sugiere automatizar el sistema de compactación, esto permitirá incrementar la seguridad de trabajo de la máquina.

Se debe realizar un manual de mantenimiento del compactador, en función de la frecuencia de uso, para mantener en buenas condiciones la funcionabilidad del compactador de envases.

Se recomienda que no se utilice otro tipo de material al cual no fue diseñada la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sandoval Escobar, D. F., & Ushiña Fuentes, V. H. (2011). *Diseño Y construcción de un prototipo de máquina recicladora de botellas plásticas PET de 400 a 500 ml. y latas de aluminio de 330 a 350 ml.* (Doctoral dissertation, SANGOLQUÍ/ESPE/2011).
2. Parra, B., & Antonio, E. (2013). Diseño de una máquina compactadora de latas de bebidas de aluminio.
3. ROMO, A. R. L., & GARCÍA, Y. D. C. TITULACIÓN POR TESIS.
4. Herrera, C., Pablo, W., & Daquilema Guaraca, R. (2015). Diseño y construcción de un modelo de máquina expendedora inversa (RVM) automatizada, orientada al reciclaje de botellas plásticas PET para la facultad de Mecánica-ESPOCH.
5. Villacís Núñez, C. N. (2014). Artículo Científico-Diseño y construcción de un prototipo experimental de una máquina perforadora de botellas de pet para la empresa NEUMAC SA.
6. Licto, C., & Daniel, C. (2011). Diseño y análisis estructural de un prototipo de compactadora de chatarras de aluminio para el reciclaje.
7. Almache Bermeo, D. R., & Chiluisa Coello, A. J. (2014). Artículo Científico-Diseño y construcción de una enfardadora automática para la compactación de cartón, papel y pet con capacidad de hasta 30 toneladas para la empresa Green Point.
8. López Moreta, M. F., & Pichucho Quishpe, L. R. (2012). Diseño y simulación de una máquina compactadora de fardos de heno o pasto verde con una dimensión de 600x400x300 mm (Doctoral dissertation).
9. Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). Desechos sólidos principios de ingeniería y administración. In Desechos sólidos, principio de ingeniería y administración.
10. Redondo, s. g., Boza, f. j. m., Domínguez, f. j. n., López, p. p., & Montes, c. g. Diseño de un dispositivo extrusor-compactador para el estudio de la reología del extendido de mezclas asfálticas.

11. Medina, C. A. S. (2015). Sistemas Oleohidráulicos. *Revista Ciencia Unemi*, 5(5), 62-69.
12. Cruz Moreno, R. G., & Santo Remache, L. G. (2013). Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se genera en la empresa corporación ecuatoriana de aluminio de la ciudad de Latacunga Cedal SA.
13. Pilatasig Lasluisa, D. A., & Pozo Correa, F. R. (2014). Diseño y construcción de una máquina para moler plásticos pet para la microempresa de reciclaje “santa Anita” ubicada en el cantón salcedo provincia de Cotopaxi.
14. Coque Acosta, F. W., & Pérez Cobos, K. B. (2013). Diseño y análisis estructural por el método de los elementos finitos de un mecanismo de palancas para una compactadora de aluminio.
15. Jiménez, r., & Adrián, g. (2010). Cálculo y selección del equipo hidráulico para máquina de compactación de material reciclable como papel, cartón, plástico y aluminio (doctoral dissertation).
16. Salazar Marín, E. A. (2006). Capacidad de carga de cilindros Oleohidráulicos.
17. Uribe Solís, l. a., Hernández bautista, m. a. n. u. e. l., & Martínez morales, j. f. (2012). Diseño de un sistema automático para una compactadora de aluminio (doctoral dissertation).
18. Dominguez Lepe, J. A., & Guemez Pacheco, D. (2010). Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik). *Ingeniería Revista Académica*, 14(3).

GLOSARIO

Acoplar: Agrupar dos aparatos, piezas o sistemas, de manera que su funcionamiento combinado produzca el resultado conveniente. (Mingers, J. (2004). Instituto Venezolano de Planificación).

Bomba de engranajes: Es un tipo de bomba hidráulica que consta de dos engranajes encerrados en un alojamiento muy ceñido. (Jiménez & Adrián, 2010).

Botellas: Es muy utilizada en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. También se emplea para el transporte de productos pulverulentos o en píldoras, como vitaminas o medicinas. (Villacís, 2014).

Cadena de reciclaje: Consta de varias etapas como recuperación, plantas de transferencia, plantas de clasificación, reciclador final. (Pilatasig & Pozo, 2014).

Calibración: Ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con los valores de la magnitud que ha de medir. (Solé, A. C. (2008). *Instrumentos industriales, su ajuste y calibración*. Marcombo).

Caudal: Es la cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo (Cruz Moreno & Santo, 2013).

Central hidráulica: Una central hidroeléctrica es una instalación que permite aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a los alternadores (Redondo, Domínguez, López & Montes 2014).

Chatarra: Es el conjunto de trozos de metal de desecho, principalmente hierro. (Licto & Daniel, 2011).

Cilindro de doble efecto: Pueden realizar el trabajo en ambas direcciones porque se les aplica la presión en ambas caras del émbolo. (Jiménez & Adrián, 2010).

Compactación: Es el conjunto de procesos mecánicos y químicos (presión-disolución) que, como consecuencia del enterramiento, provocan la disminución del espesor del primitivo sedimento y la reducción de la porosidad. Se diferencia entre compactación mecánica y compactación química. (Licto & Daniel, 2011).

Compresibilidad: Es la capacidad de los fluidos para reducir su volumen al aumentar la presión a la que están sometidos (grandes presiones). Un líquido es más compresible cuanto mayor es su viscosidad. (Pereira, A. G. H. (2001). *Compresibilidad de los residuos sólidos urbanos* (Doctoral dissertation, Tesis (Doctoral)-Universidad de Oviedo, Espanha).

Desechos: Cosa que sobra o resto inservible que queda de algo después de haberlo consumido o trabajado (Tchobanoglous & Eliassen, 1982).

Ejes: Son elementos que sirven para transmitir potencia y en general se llaman árboles a los ejes sin carga torsional, la mayoría de los ejes están sometidos durante su trabajo a cargas combinadas de torsión, flexibilidad y cargas axiales. (Cruz Moreno & Santo, 2013).

Esfuerzo: Esfuerzo es la resistencia que ofrece un área unitaria (A) del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa (fuerza, F). (Cruz Moreno & Santo, 2013).

Estructura: Armadura, generalmente de acero u hormigón armado, que, fija al suelo, sirve de sustentación a un edificio. (Martí Anguera, E., & Riera Alseda, G. (2012). Disseny duna prensa hidràulica compactadora de paper, cartó o plàstic).

Manufactura: Obra hecha a mano o con auxilio de máquina. (Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2001). *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios*. McGraw-Hill Interamericana).

Máquina: Conjunto de mecanismos dispuestos para producir, aprovechar o regular una energía motriz. (Herrera & Daquilema, 2015).

Normalizar: Regularizar o poner en orden lo que no estaba. (Vossio, B. R. (2002). Certificación y normalización de competencias. Orígenes, conceptos y prácticas. *Boletín Cinterfor: Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional*, (152), 51-74).

Oleo-hidráulica: Es una de las ramas de la Automatización Industrial, utiliza el aceite a presión como medio de transmisión de potencia mecánica. (Medina, 2015).

Parámetro: Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación. (Jiménez Robalino, J. P., & Rosas Laverde, O. A. (2009). Diseño de una máquina compactadora de chatarra de aluminio para producir pacas de 65 Kg.).

Pet (polietileno tereftalato): Más conocido como PET, es un poliéster que forma parte de la familia de los plásticos termos formables (o termoplásticos) fácilmente moldeables cuando se le aplica el nivel de temperatura correspondiente. Por este motivo el PET puede adaptarse a cualquier forma y diseño, además de contar con un gran potencial de aplicaciones. (Villacís, 2014).

Plancha: Lámina o pedazo de metal llano y delgado respecto de su tamaño. (Patiño Hummel, M. Á. (2013). Diseño y construcción de una máquina compactadora de botellas de plástico PET.).

Plástico: Material que puede cambiar de forma y conservar esta de modo permanente, a diferencia de los cuerpos elásticos. (Herrera & Daquilema, 2015).

Prensa: Es una máquina que se basa en el principio de Pascal para transmitir una fuerza. (Cruz Moreno & Santo, 2013).

Presión de trabajo: Se trata de la habilidad para seguir actuando con eficacia en situaciones de presión de tiempo y de desacuerdo, oposición y diversidad. Es la capacidad para responder y trabajar con alto desempeño en situaciones de mucha exigencia (Almache & Chiluisa, 2014).

Presión: Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. (Medina, 2015).

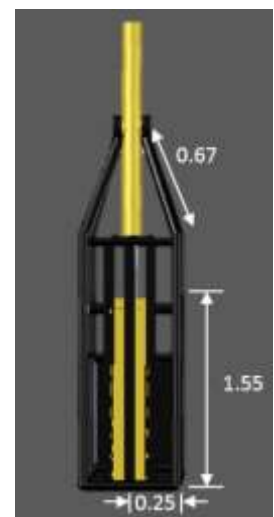
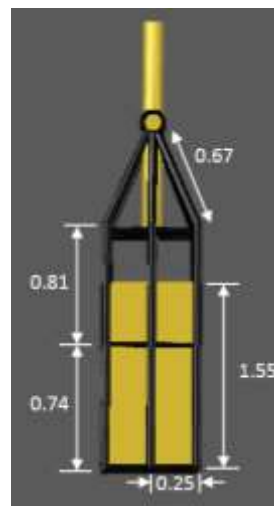
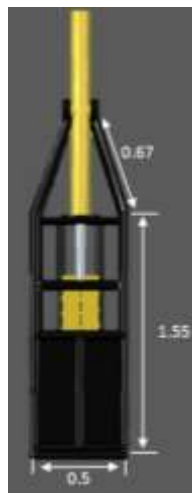
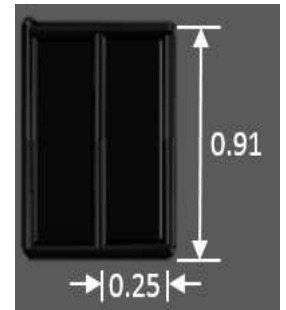
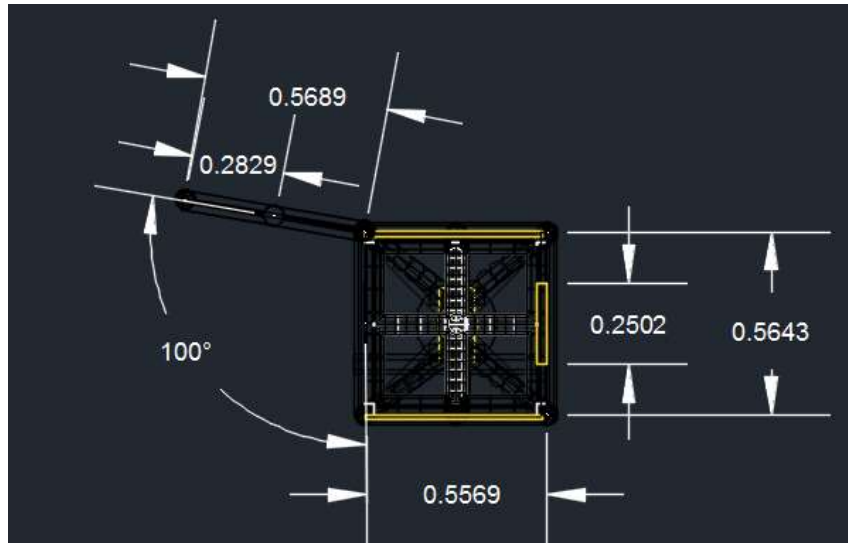
Prototipo: Representación limitada del diseño de un producto, que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso. (Licto, C., & Daniel, C. (2011). Diseño y análisis estructural de un prototipo de compactadora de chatarras de aluminio para el reciclaje.).

Reciclaje: Transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. (Villacís, 2014).

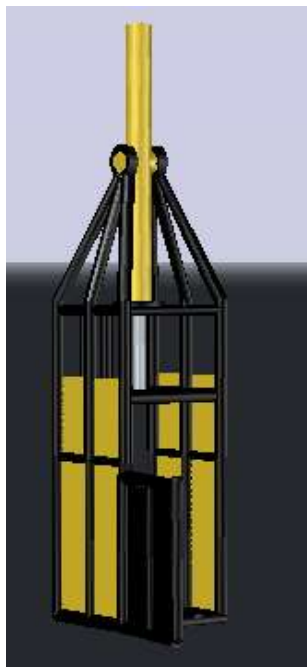
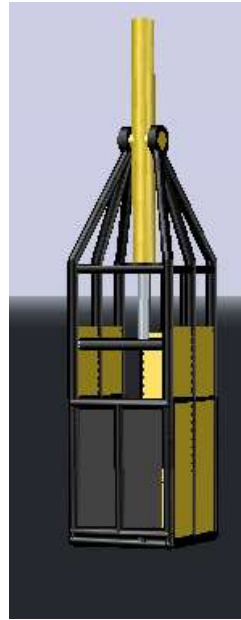
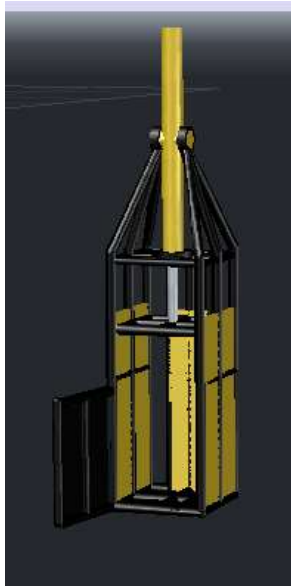
Sistema: Es un objeto complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente; puede ser material o conceptual. (Medina, 2015).

Superficie: Es la magnitud que expresa la extensión de un cuerpo, en dos dimensiones: largo y ancho (Medina, 2015).

Termoplásticos: Es un plástico que, a temperaturas relativamente altas, se vuelve deformable o flexible, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado de transición vítrea cuando se enfría lo suficiente. (Pilatasig & Pozo, 2014).

ANEXOS**Anexo No. 1 Planos 2d compactadora**

Anexo No. 2 Diseño 3d compactadora



Anexo No. 3 Posición de soldadura**Designación de acuerdo con ANSI/AWS A3.0:2001**

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
-------	------------	----------	-------------

Uniones de filete**1F****2F****3F****4F****Uniones biseladas****1G****2G****3G****4G**

Anexo No. 4 Característica de soldadura

INDURA 11018-M

Clasificación AWS: E-11018-M

- Electrodo para acero de baja aleación
- Revestimiento bajo hidrógeno con hierro en polvo. Color gris
- Toda posición

- Soldadura de aceros con elevada resistencia mecánica (aplicaciones militares)
- Corriente continua, electrodo positivo
- **Excelente calidad radiográfica**

Descripción

El 11018-M es un electrodo de bajo contenido de hidrógeno con hierro en polvo en su revestimiento. Posee una gran velocidad de deposición y permite obtener uniones de alta resistencia mecánica. Los depósitos obtenidos son de excelente calidad radiográfica.

Usos

Este electrodo ha sido diseñado para obtener solda duras de alta eficiencia en aceros de baja aleación y alta resistencia, como son T1, Cor-Cap y Dur-Cap.

Aplicaciones típicas

- Estructuras de acero T1, HY80, ASTM Gr. A514, A517
- Palas mecánicas
- Corazas de molinos
- Chasis de maquinarias
- Aceros SAE 4130, 4140, 4340

Procedimiento para soldar

Para producir mejores depósitos, deberá usarse un arco muy corto. El tamaño y forma del depósito se controlan con el movimiento del electrodo, evitando alargar el arco. Cuando se hagan varias pasadas deberá removerse previamente la escoria. Para mayores detalles ver página 33.

Deberá observarse cuidadosamente las recomendaciones de almacenamiento de los electrodos (ver página 20).

Composición química (típica) del metal depositado:

C 0,04%; Mn 1,54%; Si 0,32%; P 0,013%; S 0,010%; Cr 0,30%; Ni 1,86%; Mo 0,40%

Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.5-96):

Tratamiento Térmico	Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte	Requerimientos	Energía Absorbida Ch-v	Requerimientos
Sin T. T.	Resistencia a la tracción : 780 MPa Límite de fluencia : 717 MPa Alargamiento en 50 mm : 23%	760 MPa 680-760 MPa 20%	42J a -51°C	27J a -51°C

Amperajes recomendados:

Diámetro mm	Longitud mm	Amperaje		Electrodos x kg aprox.
		mín.	máx.	
*2,4	300	80	120	66
3,2	350	120	160	32
4,0	350	160	220	24
4,8	350	200	275	14

* Electrodo fabricado a pedido

Anexo No. 5 Carta de auspicio



La Libertad, 5 de Noviembre de 2015

Ing. Raúl Álvarez
Director de Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Politécnica Salesiana
Guayaquil.

De mis Consideraciones:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para comunicarle que nosotros, Talleres Unidos Industrial Metalmecánica, Auspiciaremos con el financiamiento al proyecto "Diseño y Construcción de un Compactador de latas y envases de PET", perteneciente a los estudiantes: Cintia López y Jaime Bajaña. Proyecto que para nosotros tiene gran interés, y lo deseamos para uso de nuestros fines.

Agradeciendo por vuestra atención y esperando que este documento sirva para fines pertinentes, me suscribo.

Atentamente

Rosa Haro Saltos
Propietaria
Talleres Unidos
INDUSTRIAL METALMECANICA

Anexo No. 6 Visita técnica a recicladoras





Anexo No. 7 Fotos de construcción de máquina compactadora.





































